

# Morfogènesi i evolució dels codolars del Coll Baix, Sa Calobra i Cala Tuent (Mallorca)

Marc MARTORELL

## SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Martorell, M. 2014. Morfogènesi i evolució dels codolars del Coll Baix, Sa Calobra i Cala Tuent (Mallorca). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 57: 55-78. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

Els codolars del Coll Baix, Sa Calobra i Cala Tuent (Tramuntana, Mallorca) es presenten com a tres sistemes litorals força distints dels estrictament arenosos, podent realitzar també una anàlisi comparativa entre ells dels factors i processos implicats en les seves distintes evolucions. Juntament amb la seva localització i realitzant una anàlisi textural de les seves partícules, es poden extreure vàries conclusions particulars d'aquests ambients, enfatitzant quins són els agents modeladors més implicats.

**Paraules clau:** *Codolars, sistemes litorals, anàlisi comparativa, anàlisi textural, agents modeladors.*

MORPHOGENESIS AND EVOLUTION OF THE PEBBLE BEACHES OF COLL BAIX, SA CALOBRA AND CALA TUENT (MALLORCA). The pebble beaches of Coll Baix, Sa Calobra and Cala Tuent (Tramuntana, Mallorca) are presented as three different systems compared with the strictly coastal sandy ones and can also perform a comparative analysis between them about distinct factors and processes involved in its various evolutions. Also with its particular location, and making a particle textural analysis, several conclusions can be derived from these individual environments, especially facing what are the most modeller agents involved.

**Keywords:** *Pebble beaches, coastal systems, comparative analysis, textural analysis, modeller agents.*

Marc MARTORELL, Departament de Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears (UIB); Isabela Oceanographic Institute – IOI (Isabela, Galápagos).

*Recepció del manuscrit: 27-ago-13; revisió acceptada: 10-des-14.*

## Introducció

El litoral és un espai dinàmic i fràgil sobre el qual actuen una gran varietat de factors físics (vent, onatge, corrents litorals, insolació, i per tant, salinitat, humitat, dessecació...), biològics (presència d'organismes sotmesos a unes condicions estressants d'aquest peculiar ecosistema) i antròpics (ordenació litoral, factors eco-

nòmics, com també la pressió antròpica i les conseqüències negatives derivades de les males polítiques de gestió...) (Servera, 2004). És per això, doncs, que no es pot considerar la part emergida de les platges com un espai independent de la platja submergida des del punt de vista dinàmic i genètic (Rodríguez-Perea *et al.*, 2000), sinó que cal considerar l'espai costaner com un sistema integrat per ambdós ambients.

Els estudis que s'han dut a terme en relació a entorns costaners escauen amb més força sobretot a partir del moment en que el litoral es converteix en un espai considerat a partir de la seva rendibilitat i en cap cas a partir de les seves condicions ambientals, variables i vulnerables (Mir-Gual, 2009). Així, és imprescindible tenir en compte els factors esmentats anteriorment (físics, biològics i antropològics), com també la característica de l'espai litoral com un sistema integrat, per a poder gestionar bé el litoral i els seus espais, aplicant criteris geomorfològics i ambientals (Roig-Munar *et al.*, 2009).

A aquest cas d'estudi, enfocat a les platges del Coll Baix, Sa Calobra i Cala Tuent (dintre de l'illa de Mallorca), cal destacar que es tracta de sistemes més permanents que els arenosos pel que fa a morfologies existents i, per tant, amb uns processos força diferents que en el cas de sistemes de platja-duna. En aquest cas, l'onatge i l'aport de material detrític juguen un paper gairebé exclusiu front a l'afecte del vent. També cal destacar el paper que juga el desmantellament dels relleus contigus a tals ambients.

Els estudis centrats en l'anàlisi de platges de còdols existents a les Illes Balears són més bé escassos. Així doncs, aquests es limiten al treball realitzat per Espinosa i Martínez (2007), centrat amb una caracterització preliminar d'un dels casos d'estudi d'aquest treball, com és el cas del Coll Baix (Mallorca) i la tasca duta a terme per Roig-Munar *et al.* (2013), centrat amb una caracterització més exhaustiva d'es Codolar (Eivissa, Illes Balears), incidint amb la caracterització geomorfològica i dinàmica de la platja.

La seva poca importància econòmica i social també fa que els estudis sobre platges de còdols no siguin tan rellevants com els de litorals arenosos (Roig-Munar *et al.*,

2013). L'escassa existència de treballs relacionats amb aquesta temàtica s'estén arreu de l'Estat espanyol, així com també a nivell internacional. Es fa palès així, dins la literatura existent, una reflexió constant del poc interès despertat per part de les platges de partícules més grolleres, en relació a les platges d'arena. No obstant, Jennings i Shulmeister (2002) defensen que durant les darreres dues dècades es pot apreciar un increment en la investigació de platges de graves des d'una gran varietat de costes. Els mateixos autors divideixen en dues àrees principals la literatura existent en aquest camp: (1) evolució de barreres de graves i (2) processos, morfologies i sediments.

Degut al gran dinamisme de l'espai litoral, amb èmfasi sobre les costes sedimentàries, la necessitat de conèixer els agents, factors i processos que hi intervenen (com també la seva intensitat, recurrència i a quina escala es donen aquests) esdevé un fet més que important per entendre la seva gènesi i evolució (tant passada, com de futurs estadis possibles).

A Balears, per la seva importància econòmica, les costes sedimentàries de baixa energia han estat més estudiades que les d'alta energia. Així, un dels principals objectius d'aquest treball passa per establir una primera aproximació detallada de les platges de còdols, enteses aquestes com a zones d'acumulació, resultants de processos erosius de la conca o de penya-segats associats força importants. S'han escollit per tant, tres codolars força distints entre ells, els quals ens ha permès realitzar una anàlisi comparativa que enriqueix i complementa els diversos apartats que engloben l'objecte d'estudi.

Per a tot això, el següent treball centrarà gran part del seu objecte en les condicions de les platges i l'anàlisi de la textura (entenent aquesta com les característiques físiques dels sediments, majoritàriament de

mida i forma) de les seves partícules per tal de determinar la resposta d'aquestes als efectes de l'onatge (Jennins i Schulmeister, 2002). No obstant, en el cas de Sa Calobra, i en menor mesura a Cala Tuent, sumat a l'afecte de les ones, destaquem el paper que juguen els cursos d'aigua associats en el modelat de la platja. En aquest sentit, conèixer la seva gènesi, i sota quines condicions s'han dut a terme les seves deposicions també és un dels objectius principals del seu estudi. Finalment, un aspecte a tenir en compte és l'anàlisi temporal d'aquests processos, amb capacitat de detectar certa estacionalitat en alguns aspectes estudiats, sigui en relació a esdeveniments de tempesta, precipitacions, etc.

### Àmbit d'estudi

Els mètodes utilitzats per a la caracterització dels codolars del Coll Baix, Sa Calobra i Cala Tuent, és el resultat de la suma de feines de gabinet, visites al camp, com també una posterior anàlisi de les dades obtingudes.

Per a una millor comprensió i coneixement, s'han elaborat croquis i mapes geològics de les zones més properes a cada una de les cales objecte d'estudi. Endemés s'han delimitat les conques dels cursos d'aigua associats a cada cas. Així, es plasma la geologia i la hidrografia, les quals donaran informació dels materials de les conques associades i, per tant, permetrà conèixer quin serà el sediment resultant que passarà a formar part de la composició de cada platja. Aquest apartat, s'ha dut a terme mitjançant mapes existents (Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears, IDEIB, [www.ideib.cat](http://www.ideib.cat)), bibliografia relacionada, com també a través de visites al camp i, per tant, comprovació *in situ*.



**Fig. 1.** Fotografia aèria amb la localització dels perfils traçats i les mostres analitzades.

**Fig. 1.** Aerial photograph with the location of profiles and samples analyzed.

D'altra banda, els models referents a les dades sobre direcció i altura d'onatge incident han estat duts a terme a partir de les bases de dades facilitades per AEMET ([www.aemet.es](http://www.aemet.es)) i Ports de l'Estat ([www.puertos.es](http://www.puertos.es)). Finalment, i per acabar amb la caracterització de les zones estudiades, s'han dut a terme inventaris florístics amb el fi d'identificar quines són les espècies vegetals característiques en



aquests ambients, així com també veure el seu grau de recurrència en ells.

La part experimental del treball passa per la realització de perfils de cada platja estudiada en diferents moments (Fig. 1) i cobrint la totalitat de l'espai analitzat. Es dugueren a terme amb la combinació d'un pantòmetre i un clinòmetre.

A la platja del Coll Baix s'han traçat un total de 6 perfils, que van des del peu del penya-segat fins a la zona de *swash*. En el cas de Cala Tuent, són 5 els perfils realitzats, mentre que a la platja de Sa Calobra, s'han dut a terme 3 perfils. A aquest darrer cas, s'ha contemplat tan sols l'àrea sobre la qual té influència la dinàmica litoral, i per tant amb la dificultat inherent que comporta no tenir ben delimitat el lloc on començar cada un dels perfils. El temps de mostreig s'ha dut a terme al llarg de 4 mesos, duent a terme campanyes de camp simultànies amb una recurrència d'un mes. Concretament les campanyes es dugueren a terme els dies 09/03, 07/04, 12/05 i 07/06 de 2013 en el cas del Coll Baix i 17/03, 14/04, 19/05 i 17/06 de 2013 pel que fa a Sa Calobra i Cala Tuent.



**Fig. 2.** Malla de 20 cm de costat utilitzada per delimitar les mostres de còdols.

**Fig. 2.** 20 inches square mesh used to define samples of pebbles.

Un pantòmetre amb una longitud de 1,5 m combinat amb un clinòmetre (Mir-Gual, 2009), ens ha permès esbrinar la longitud de cada perfil i, per conseqüent, l'amplada de la platja a cada zona, així com també, la pendent de la part emergida fins al nivell de la mar.

A partir d'aquesta informació, s'han generat els perfils amb fulls de càlcul Excel, comparant els 4 perfils d'un mateix punt, amb l'objectiu de poder observar els canvis de relleu, induïts aquests per efecte de l'onatge o pel drenatge de les aigües dels torrents associats (el que ha condicionat molt l'aspecte de la platja sobretot en el cas de Sa Calobra, i en menor mesura a Cala Tuent).

Durant les citades campanyes, s'han agafat mostres dels distints sediments que conformen els codolars, preferiblement tenint en compte aspectes de mida i forma. El criteri seguit s'ha basat en una zonació de la platja en qüestió. Ens ha condicionat a aquesta elecció el seu gran dinamisme, diferenciant-se dels criteris basats en l'existència de diferents bermes. Així i tot, s'ha intentat recollir les mostres d'aquelles zones per on transcorrien els perfils traçats. D'aquestes, algunes s'han transportat fins al gabinet, i altres s'han analitzat *in situ* al camp.

La caracterització granulomètrica del sediment, depenent de la seva mida, s'ha dut a terme a partir d'un "peu de rei" digital o bé a través d'un pila de tamisos amb mides entre 2 mil·límetres i 63 micres. En el cas de mostres de sediments fins s'han tamisat 300 g de cada mostra. Per contrapartida, a les analitzades amb "peu de rei", s'han escollit 50 còdols dins clastes que hem variat entre 20 i 40 cm de costat depenent de la mida del sediment (Fig. 2). S'han pres un total de 14 mostres. 5 de la platja del Coll Baix, 4 de Cala Tuent i 5 de Sa Calobra.

Per a cada un dels casos d'estudi s'ha dut a terme una anàlisi textural dels diferents tipus de còdols per a tal de definir: mida de gra, morfologia de gra, arrodoniment, esfericitat, l'índex de forma de Zingg (1935) i l'índex d'arrodoniment de Wadell (1932; 1933; 1935). Aquests paràmetres ajuden a poder comparar les característiques dels sediments que es poden trobar dins una mateixa platja, com també establir certa comparació entre els tres codolars.

Pel que fa a la mida de gra, es tindrà en compte l'escala de Wentworth (1922a; 1922b) com a referència. Dintre dels casos d'estudi objecte d'aquest treball, totes les mostres de materials més grollers que s'han analitzat entren dins la categoria de còdols (*pebbles*), que es troben entre els 2 i els 64 mm de diàmetre.

Per tal de classificar la mida de gra d'aquells sediments més fins, s'han bolcat les dades de les mostres passades pel tamís a dins el software lliure GRADISTAT, el que ens permet extreure el percentatge de cada fracció dins el total de la mostra. En canvi, les mostres analitzades amb "peu de rei", calculant els tres eixos principals (llarg, curt i intermedi), s'han analitzat amb un full Excel, permetent conèixer la forma de cada còdol.

Dintre de les mostres de còdols, la informació obtinguda permet analitzar paràmetres texturals tals com:

**Mida de gra:** Les mostres es disgregaran per conjunts de mides, per tal de reconstruir estadísticament la mostra i esbrinar el grau de representativitat de cada un dels subconjunts. Per tant, extraïem valors com la mitja, mediana, manca de simetria i *curtosis* o mida més freqüent.

**Morfologia del gra:** Per a dur a terme el seu càlcul es poden analitzar varis aspectes tal i com cita Cheel (2005);

**Arrodoniment:** L'arrodoniment d'una partícula ens defineix el grau de curvatura (o angulositat) de les seves voreres. El mètode més apropiat es l'*Índex d'Arrodoniment de Wadell*, calculant la relació dels radis de curvatura mitjana de les cantonades d'un gra en relació al radi més gran del cercle inscrit dins la partícula (Wadell, 1932, 1933, 1935). El seu valor màxim és 1, que equival al grau màxim d'arrodoniment. Aquest camp, ens permet extreure informació de la distància i grau d'energia del transport.

**Esfericitat:** A part de l'aspecte textural de la partícula en sí, ens pot aportar informació útil sobre altres propietats, com és la velocitat de sedimentació (relativa al transport i a la capacitat hidràulica per a fer-ho). Es calcula comparant el grau de semblança de la seva forma a la d'una veritable esfera. Una esfera perfecta tindria un valor 1, mentre que la resta de formes, serien inferiors a 1.

**L'Índex de forma de Zingg:** S'utilitza per a determinar l'aspecte geomètric espacial d'una partícula, basat en les proporcions de la mida dels tres eixos L, I i S (Llarg, Curt i Intermedi). Amb la relació entre ells, es defineix la forma, que es pot classificar en 4 grans grups: laminar, prolat, discoïdal i esfèric), basat en les raons I/L i S/I. Es plotegen els dos valors al diagrama i es determina la seva forma. El diagrama de Zingg és independent de l'esfericitat.

Cap remarcar que aquest permet descriure les partícules, però no tracta aspectes hidrodinàmics de la forma. Per a tal efecte, s'utilitza l'aspecte de la Projectió Màxima d'Esfericitat (PME) proposat per Sneed i Folk (1958), que es defineix com l'àrea de la secció transversal màxima del volum de l'esfera equivalent a l'àrea màxima de secció transversal de la partícula en sí.

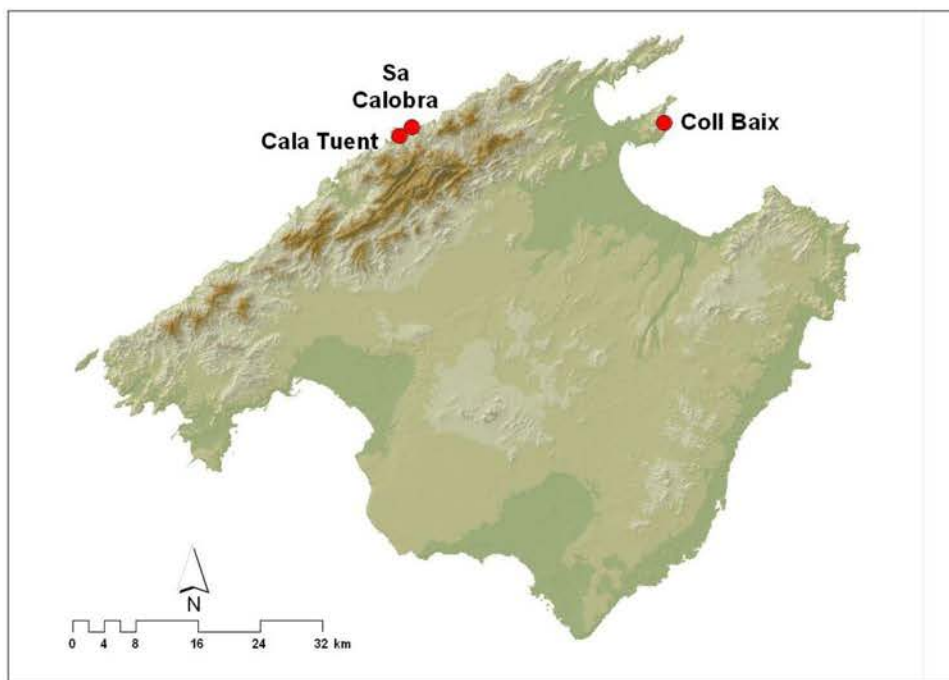
**Índex Oblat-Prolat:** Creat per Dobkins i Folk (1970) permet definir els valors d'aquelles partícules amb una molt baixa esfericitat. Com més negatiu sigui el valor, més oblada és la partícula, contràriament a sí el valor és més positiu, el qual representa un aspecte prolat.

## Materials i mètode

El sistema muntanyós de la Serra de Tramuntana conforma l'entorn on s'ubiquen les tres platges de còdols estudiades en el present treball. Es troben ubicades dins la part més septentrional d'aquesta. La platja del Coll Baix (Alcúdia) es situa dins la unitat geològica d'Alcúdia

(Gelabert, 1998). Els altres dos casos d'estudi (Cala Tuent i Platja de Sa Calobra o desembocadura del Torrent de Pareis), es troben enclavades dins el Terme Municipal d'Escorca, el més muntanyós de l'arxipèlag (Fig. 3). Condicionades aquestes per la presència de torrents força importants que drenen les seves aigües sobre la mateixa platja, Cala Tuent i Sa Calobra es diferencien de manera contundent al primer cas esmentat, tant per les conques que hi ha associades als cursos d'aigua com per l'estructura geològica i geomorfològica implicada.

La pluviometria que es registra als tres casos d'estudi és normalment força destacable, sobretot en els casos de Sa Calobra i Cala Tuent, ja que la seva



**Fig. 3.** Localització dels tres casos d'estudi a l'illa de Mallorca.

*Fig. 3.* Location of the three case studies in Mallorca.



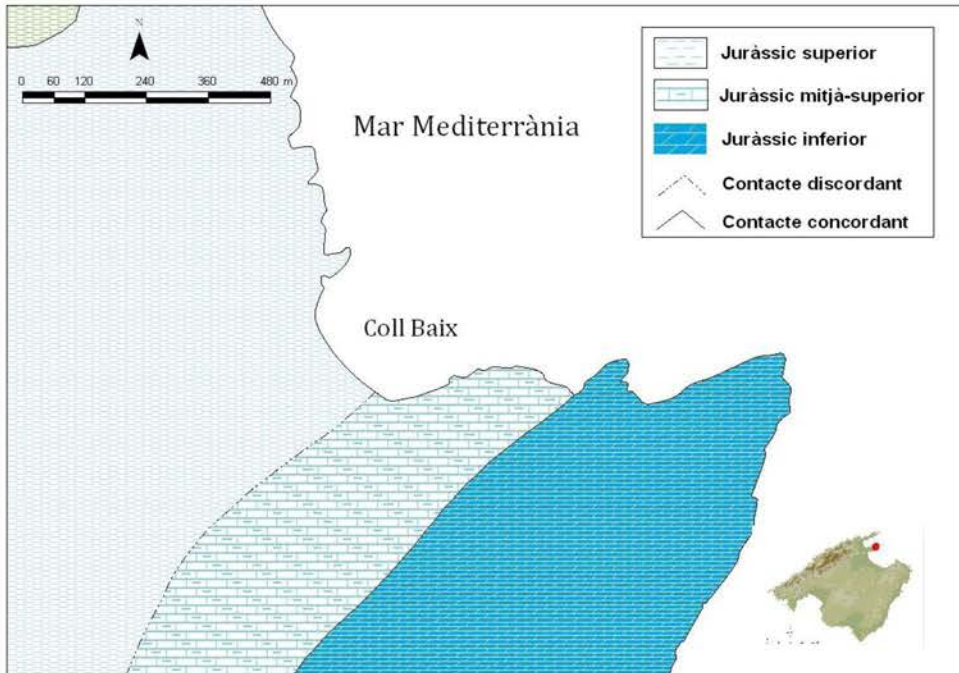
ubicació es troba dintre de la zona més plujosa de Mallorca pel que fa a intensitat, i també, als règims anuals. Aquesta precipitació pot superar fàcilment els 1200 mm a l'any. En el cas del Coll Baix, aquesta és bastant menor que en els altres casos, però segueix sent important pel que fa al drenatge d'aigua provinent dels vessants que conformen la unitat geològica d'Alcúdia.

***Coll Baix:*** La platja del Coll Baix (Alcúdia, Mallorca) està rodejada per penya-segats de diferents materials, amb una longitud de 235 m i una amplada màxima aproximada de 80 m (en condicions de calma), que es disposa en una direcció NO-SE.

Aquesta zona es caracteritza per la presència d'una conca hidrogràfica de redu-

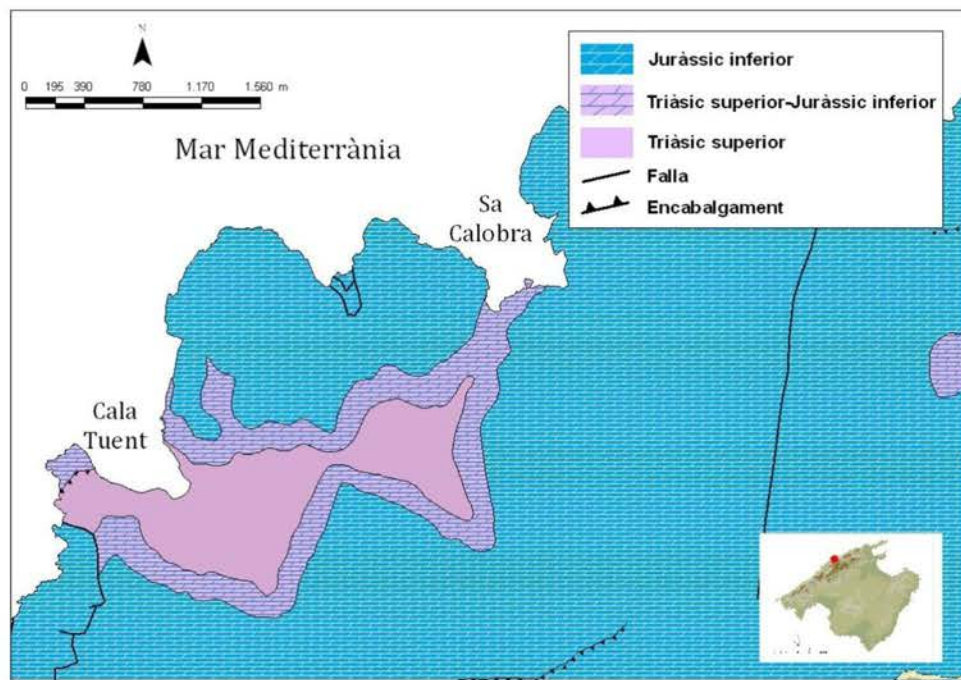
ïdes dimensions (aproximadament uns 0,37 km<sup>2</sup>), que desemboca les seves aigües a través d'un torrent penjat sobre la mateixa platja. D'aquesta conca, i dels penya-segats que rodegen l'àrea de la cala, provenen els materials que formen la mateixa. Es tracta de materials col·luvials de blocs amb matriu limolítica que es presenten en alguns casos en forma de colada o formes de vessant. A la part més alta de la conca en qüestió, trobem el límit del Dogger que presenta una seqüència de calcàries tabulades amb sílex, margues i calcàries noduloses. Els penya-segats associats a aquest ambient els formen les calcàries tabulades, calcàries noduloses i conglomerats del Malm (Juràssic Superior) (Fig. 4).

Pel que fa a les condicions marítimes,



**Fig. 4.** Mapa geològic de la zona propera al Coll Baix (Alcúdia).

**Fig. 4.** Geological map of the area near the Coll Baix (Alcúdia).



**Fig. 5.** Mapa estructural i geològic de la zona de Sa Calobra i Cala Tuent (Escorca).

**Fig. 5.** *Structural and geological map of the area Calobra and Cala Tuent (Escorca).*

aquesta platja es veu exposada a l'onatge predominant del NE, i en menor mesura al de direcció N. D'aquesta manera, la platja rep de forma perpendicular l'efecte de l'onatge en relació a la línia de costa, fet que sovint pot causar una deriva litoral en sentit NO-SE. Aproximadament, en el 85% dels casos, les ones no superen 1,5 m d'alçada (Hs). Els períodes tipus són molt variables, tot i que els existents entre 3,5 i 4 s són els més freqüents. Cal destacar que els mesos de tardor i hivern són els que enregistren més esdeveniments de temporal.

**Cala Tuent:** El codolar de Cala Tuent (Escorca, Mallorca) es disposa en sentit NE-SO, amb una longitud de 160 m i una amplada màxima de 40 m. Cala Tuent està situat a una zona amb presència de

materials del Keuper, pertanyent al Triàsic Superior. Litològicament, es tracta d'argiles, guixos, gresos, carnoles i roques bàsiques ígnies. Part dels penya-segats que conformen la font d'alimentació dels materials que formen la platja daten del Triàsic superior i Juràssic Inferior. Són bàsicament dolomies taulejades, margues i carnoles (Fig. 5). Un comentari a part, mereixen les roques de tipus volcànic que es troben a aquest cas d'estudi. Es tracta de diverses colades, amb materials piroclàstics associats, de composició basàltica, amb coloracions molt obscures i amb un accentuat grau de compactació (Enrique i Gispert, 1986).

La conca que té associada aquesta cala, que pot aportar material detrític a través del Torrent des Gorg des Diners, té una



superfície aproximada de 10 km<sup>2</sup>. Aquests materials els formen les calcàries i dolomies massives i bretxes del Juràssic, i en menor mesura, materials del Miocè Inferior (representat per fàcies de margues i gresos amb bretxes a la base) i Miocè Mitjà (amb conglomerats i arenisques i calcisilites grises) (Fig. 5).

La platja es veu exposada a l'onatge predominant del NNE, per tant, sovint s'hi pot apreciar una deriva litoral en sentit NE-SO. Aproximadament en el 85% dels casos les ones no superen 1,5 m d'alçada (Hs). Durant els mesos de tardor i hivern és quan l'onatge esdevé més important, tot i que amb períodes tipus molt variables. No obstant, igual que en el cas del Coll Baix, el període tipus més freqüent es troba entre 3,5 i 4 segons.

**Sa Calobra:** La desembocadura del Torrent de Pareis, amb una conca d'aproximadament uns 48 km<sup>2</sup>, té lloc prop del Port de Sa Calobra, dins el municipi d'Escorca. El citat torrent, doncs, pot transportar materials del Juràssic Inferior (calcàries i dolomies massives i bretxes), del Juràssic Superior-Inferior (format per dolomies taulejades, margues i carniols) i del Juràssic Superior (representat per argiles, guixos, gresos, margues, carniols i roques bàsiques ígnies) (Fig. 5).

Els penya-segats que conformen els límits més propers a la platja, i que formen part d'una font d'alimentació important pel que fa al nodriment de la cala mitjançant material groller, estan formats pels materials més durs, del Juràssic Inferior.

La formació del torrent s'ha vist condicionada per les successives regressions de la Mar Mediterrània durant el Pleistocè i Pliocè així com també per un aixecament isostàtic d'aquest sector de Mallorca (Ginés i Ginés, 1991).

Aquesta platja es disposa en sentit ENE-OSO, amb una longitud d'uns 20 m i una

amplada màxima de 65 metres (entesa aquesta com la part emergida que pot veure's influenciada per l'onatge, i que és molt variable). Es veu exposada a l'onatge predominant de l'ENE i en menor mesura del NE, per tant sovint es pot apreciar una deriva litoral en sentit ENE-OSO. Aproximadament en el 80% dels casos, les ones no superen 1,5 m d'alçada (Hs). Durant els mesos de tardor i hivern, és quan l'onatge esdevé més important, amb períodes tipus, com en els demés codolars, molt variables.

Pel que fa a la vegetació existent als indrets estudiats, es troba únicament vegetació psammòfila (adaptada a viure sobre substrats sorrencs, com les platges o les dunes, litorals o continentals) en el cas del Coll Baix. Es tracta de lliri de mar (*Pancratium maritimum*) i d'*Euphorbia paralias*. A Sa Calobra i Cala Tuent viu una planta típica de finals de torrents, com és l'alloc, *Vitex agnus-castus*. El càrritx, *Ampelodesmos mauritanica*, està revoltant bona part de tots tres codolars.

Un cas a part presenta el cas dels gorgs de la desembocadura del Torrent de Pareis. Les algues i macròfits deuen la seva distribució als canvis en les condicions de salinitat i alcalinitat, que depèn del grau de proximitat a l'aigua de la mar, que sovint irromp en el sistema a través de filtracions subterrànies. Així, destaquen *Potamogeton* sp., *Fontinalis* sp. i *Chara* sp. que tenen preferències per alcalinitats elevades. Per altra banda, es troben vegetals halòfils com *Enteromorpha* sp., *Cladophora* sp. i *Chaetomorpha* sp. Finalment, adaptat a aigües salobreses i calmades, trobem la *Ruppia* sp. (Barceló et al., 2000).

## Resultats

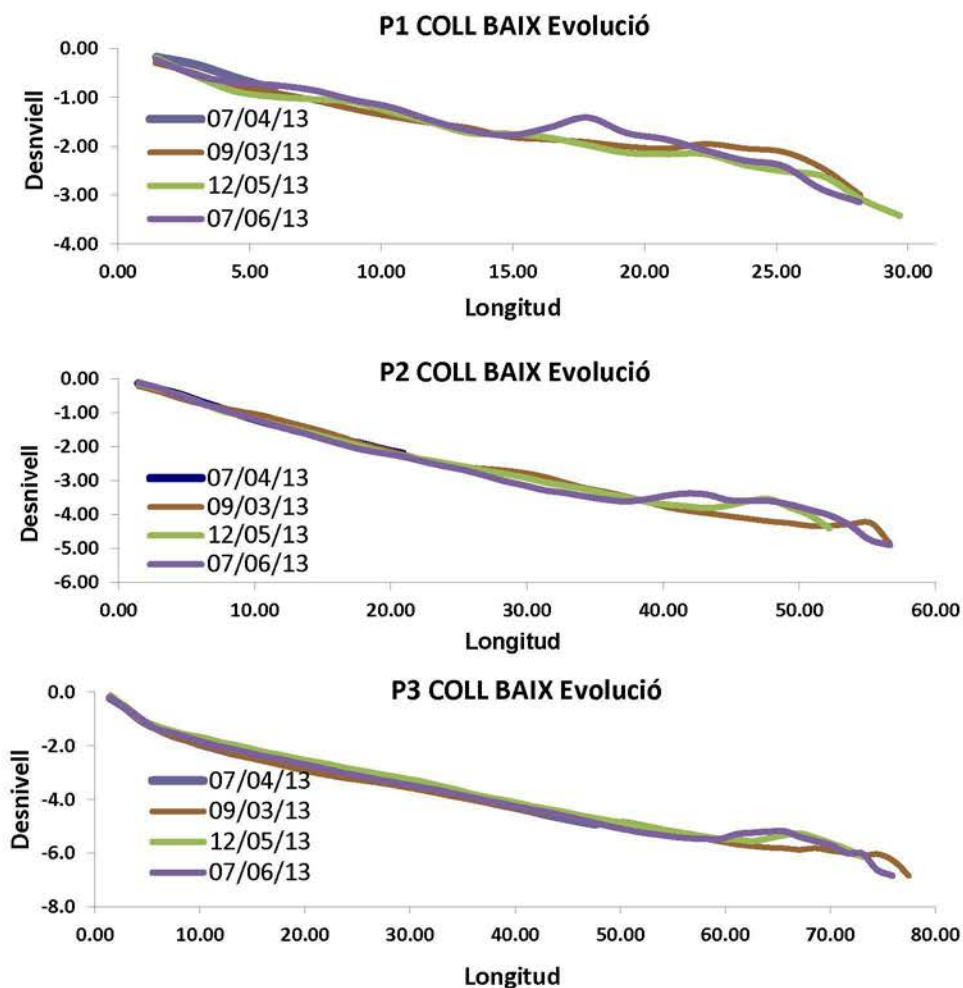
### Morfologia de platja

Els perfils realitzats als codolars estudiats representen la totalitat de la superfície

de cada platja, així com les variabilitats de cada un d'ells dintre del pas del temps, que com s'ha esmentat anteriorment es perllongà durant 4 mesos (març-juny).

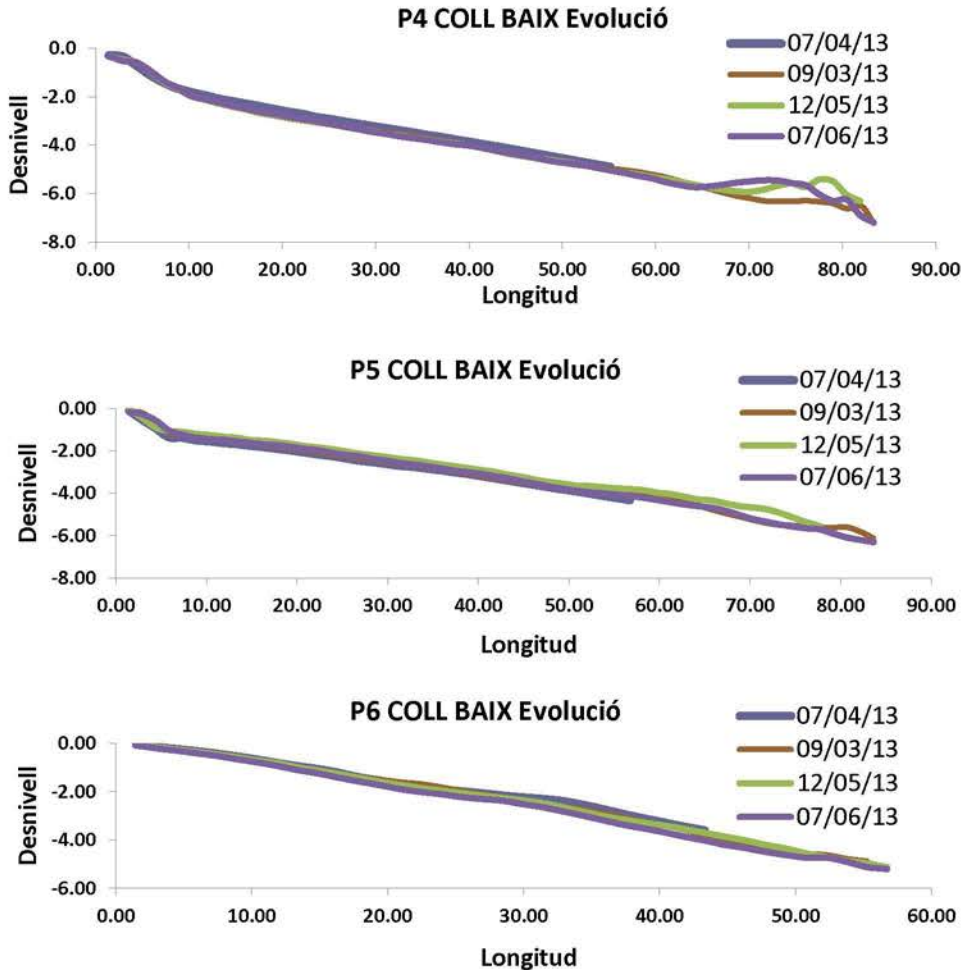
Els resultats es presenten a continuació:  
**Coll Baix:** En condicions de calma, la platja presenta amplades força diferents (Fig. 6), variable entre 30 m (P1) en

l'extrem més NO (més proper a Sa Mosquereta; veure Fig. 1) i 90 m (P3 i P4), a la part central. Per altra banda, a aquest darrer extrem, el més proper a Penya Miquel, és on hi trobem un menor canvi en el perfil de la cala, com a resposta als afectes de l'onatge i, per tant, gairebé



**Fig. 6a.** Perfils realitzats a la platja del Coll Baix on es mostra l'evolució de cada un d'ells entre els mesos de maig i juny de 2013.

*Fig. 6a.* Profiles made on the beach of Coll Baix showing the evolution of each month between May and June 2013.



**Fig. 6b.** Perfils realitzats a la platja del Coll Baix on es mostra l'evolució de cada un d'ells entre els mesos de maig i juny de 2013.

**Fig. 6b.** Profiles made on the beach of Coll Baix showing the evolution of each month between May and June 2013.

presenta els mateixos perfils durant els mesos estudiats.

En la segona campanya de realització de perfils a aquest cas d'estudi, es trobava en condicions de temporal. S'observà un important canvi en l'amplada de la platja i una gran zona de *swash*, el que feu

desaparèixer pràcticament qualsevol morfologia apreciable durant altres campanyes de camp. Aquesta, doncs, varià entre els 7 m (P1) i els 60 m (P3 i P4).

S'aprecia també en els perfils traçats el mes de maig i sobretot de juny els afectes del temporal amb la creació de bermes més



elevades (de fins a 2 m d'alçada des del nivell de la mar; P4), o bé amb un major número de bermes i amb major creixement terra endins (de fins a 10 m de llargària en el perfil 4 o fins a 13 m al Perfil 1). Més concretament als perfils 1 (Sa Mosquereta) i en la part central, es on trobem més canvis en la morfologia de la platja, en la zona de batuda de l'onatge. A la campanya de camp del darrer mes (juny) es varen poder comptabilitzar fins a 5 bermes en l'extrem més NO de la cala (Fig. 7), tot i que no s'apreciï de forma clara als perfils. El desnivell total de la platja pot arribar als 6 m al perfil 5 i fins a 7 m als perfils 3 i 4.

**Cala Tuent:** Els cinc perfils traçats a aquesta platja durant els 4 mesos de campanya de camp, mostren una major variabilitat a la part central (Fig. 8) i en el sector SO (prop de Sa Font de Sa Murtera). Per contrapartida, a l'extrem més NE de la platja, propera a l'aparcament, la variabilitat en els perfils és poc apreciable. En la seva part central es on hi trobem un major desnivell total de 4 m (P3).

En condicions de calma, la platja no sol superar els 40 metres d'amplada (Perfil 2),



**Fig. 7.** Fotografia del dia 7 de juny de 2013 on es mostren les 5 bermes al sector més ENE del Coll Baix.

**Fig. 7.** Picture of June 7, 2013 showing the 5 berms in the sector ENE of the Coll Baix.

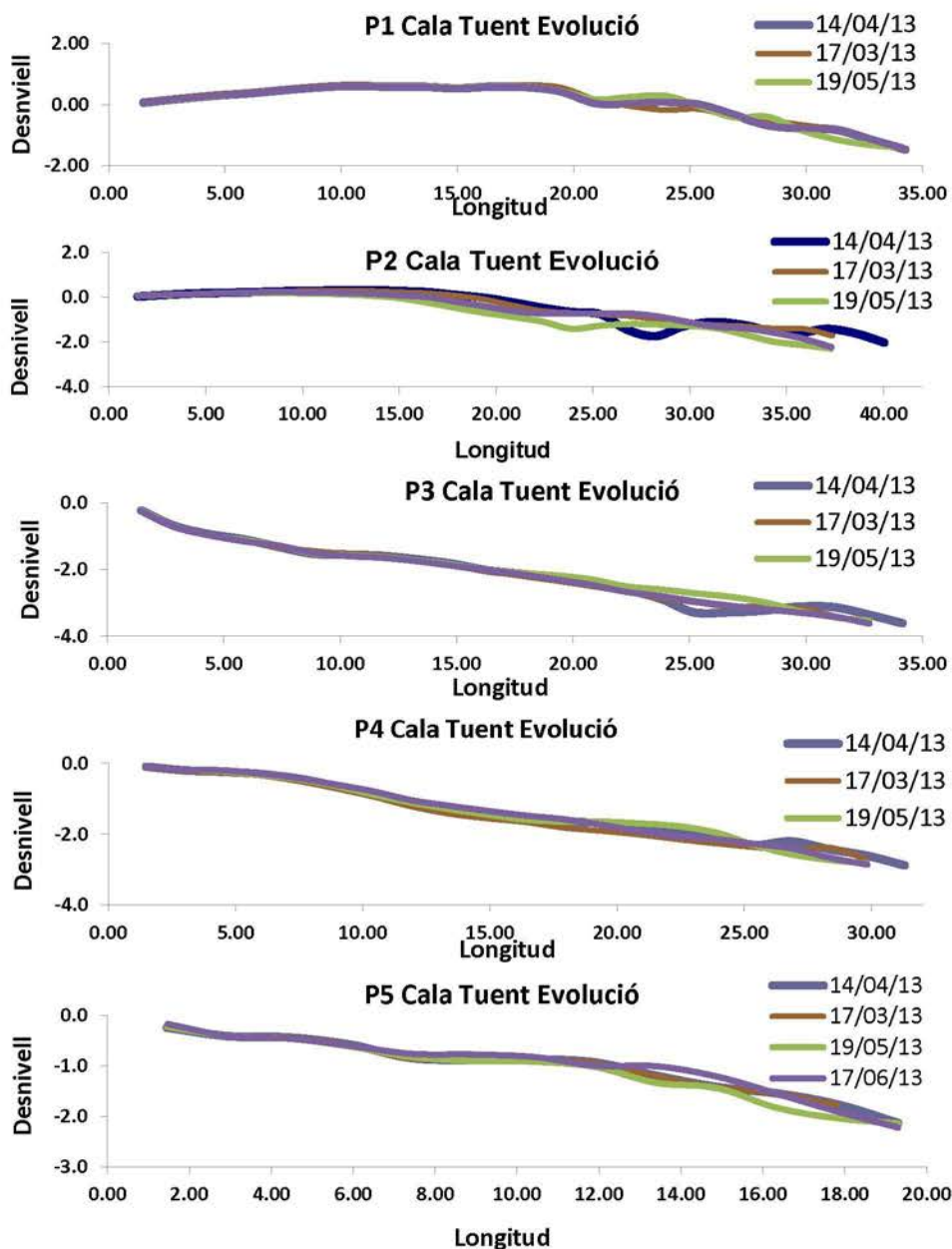


**Fig. 9.** Adalt fotografia del Torrent des Gorg des Diners, en el seu tram final travessant la platja (14/04/13). Abaix, la platja de Tuent on es poden apreciar beach cusps (19/05/13).

**Fig. 9.** Upper photograph Torrent des Gorg des Diners, in its final stretch across the beach (04/14/13). On the base, the beach where you can see Tuent beach cusps (05/19/13).

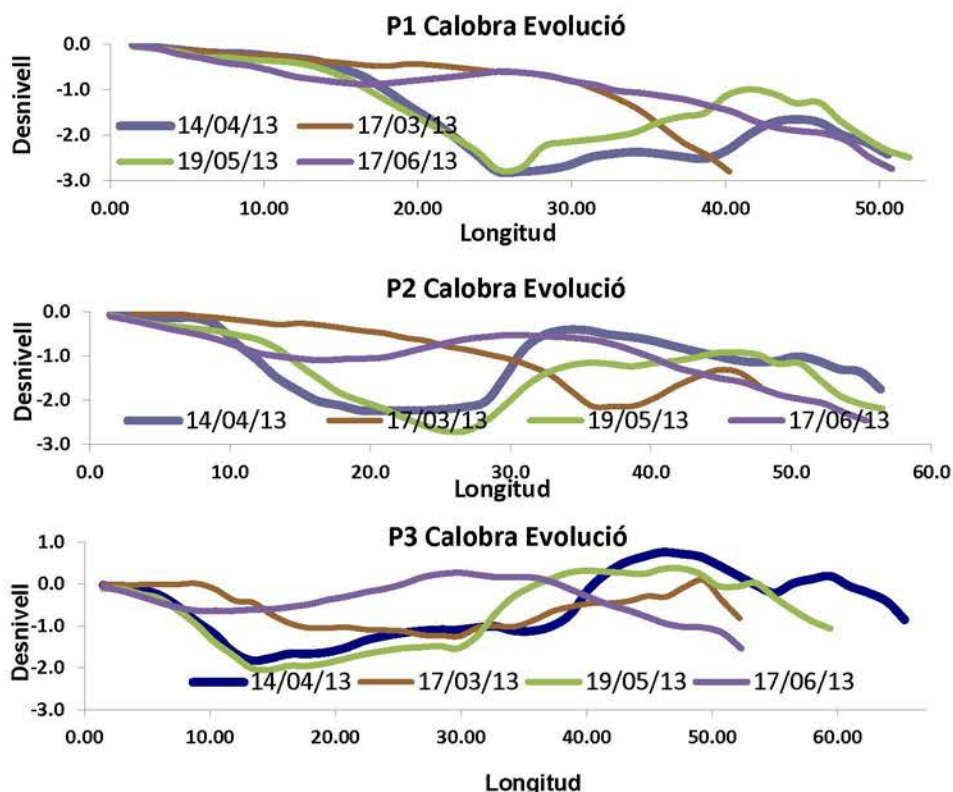
contrari als 20 m del perfil 5. En condicions de tempesta, la mobilització de sediments pot ser de gran importància. Tot i que d'una manera menys exhaustiva que en el cas de Sa Calobra, el Torrent des Gorg des Diners també juga un important paper en el modelat de la platja, podent desembocar les seves aigües per diferents punts de la línia de costa (Fig. 9).

Es veu en els perfils 2 i 3, doncs, el punt per on transcorria el curs d'aigua, que des del seu contacte amb la platja, aquest havia canviat la seva direcció en sentit SO-NE



**Fig. 8.** Perfils realitzats a la platja de Cala Tuent on es mostra l'evolució de cada un d'ells entre els mesos de maig i juny de 2013.

*Fig. 8. Profiles made on the beach of Cala Tuent showing the evolution of each month between May and June 2013.*



**Fig. 10.** Perfils realitzats a la platja de Sa Calobra on es mostra l'evolució de cada un d'ells entre els mesos de maig i juny de 2013.

*Fig. 10. Profiles made on the beach of sa Calobra showing the evolution of each month between May and June 2013.*

per a desembocar les seves aigües just rompent les morfologies de la zona de batuda de l'onatge. En tot cas, aquestes havien estat regenerades i en cap cas s'aprecià la desembocadura durant els dies de campanya de camp (Fig. 9). Les bermes apreciables més destacables superen 1,5 m d'alçada des del nivell de la mar i els 5 metres de longitud (P1).

Per tant, la combinació de l'onatge i el curs d'aigua associat, ens condicionarà molt l'escenari en qüestió, trobant diferents estadis depenent de la magnitud i durada d'aquests.

**Sa Calobra:** A aquest cas, on es varen traçar tres perfils, destaquem una forta variabilitat en la morfologia de la platja fruit del paper que juga el curs d'aigua a la seva superfície.

Amb la dificultat inherent, anteriorment comentada, d'establir quins són els límits de la platja, els perfils representats (Fig. 10) poden variar totalment de longitud (dels 67 m al perfil 3 als 50 m del perfil 1), depenent de per quina zona de la cala transcorre el torrent en el seu tram final.

El curs d'aigua, quan arriba a la desembocadura, pot transcorre de manera



rectilínia, de forma perpendicular a la línia de costa. Per altra banda, com passà durant els mesos estudiats, el torrent entra en el seu tram final pel sector més ENE, i creua a l'altre extrem de la seva desembocadura per abocar les aigües a la mar (Fig. 11). Aquest fet, causa la creació d'una gran barrera d'acumulació de còdols que pot superar els 10 metres de longitud (P3) i amb altures de fins a 2 metres (P2). El desnivell total apreciable és de 3 metres en els perfils 2 i 3.

També es detecten canvis força importants en els trams més propers a la batuda de l'onatge i per tant s'aprecia la resposta d'aquesta àrea als afectes del mateix. S'aprecien bermes amb pendents pronunciades. (Fig. 10). El mes de juny, per contrapartida, corresponent a la darrera campanya de perfils, es veu una suavització en els 3 perfils ja que el drenatge de les aigües havia finalitzat, com també per les formes de la zona de batuda de l'onatge, també més discretes.

L'amplada màxima de la platja varia entre aproximadament els 50 metres a l'extrem més OSO (proper a Sa Nau) i els 65 metres a l'extrem ENE (proper a Es Tormàs).

Per tant, a aquests dos casos (Cala Tuent i desembocadura del Torrent de Pareis), es pot establir certa diferenciació estacional, fonamentada en les clares èpoques plujoses típiques del clima mediterrani que afecten aquesta àrea.

### **Mida de gra**

Pel que fa a les fraccions més fines, aquelles que han estat passades pels tamisos, aquests són els resultats obtinguts:

#### **M1 (Coll Baix)**

El sediment de la Mostra 1 pertany a la duna adossada al penya-segat, sobre el Perfil 4 (CB P4). Aquests es divideixen en un 79,5 % d'arenas mitjanes, un 11,4%

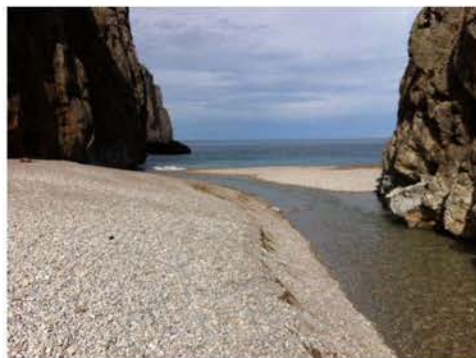
d'arenas gruixudes i un 8,5 % de graves fines.

#### **M2 (Coll Baix)**

En aquest cas, la Mostra 2 fou analitzada sobre el Perfil 6 (CB P6). La formen en un 76,9 % graves fines i en un 23,1% arenas gruixudes.

#### **M3 (Calobra)**

L'única mostra de sediments que vàrem passar pel tamís en el cas de Sa Calobra, està ubicada sobre el Perfil 2 (CA P2). Està



**Fig. 11.** Sa Calobra (desembocadura del Torrent de Pareis). Adalt es veu com el curs d'aigua romp el torrent (17/03/13) abaix com s'ha estabilitzat la platja (17/06/13).

**Fig. 11.** Sa Calobra (mouth of the stream Torrent de Pareis). On top the river breaks torrent bar (03.17.13) and down we show a stabilized beach barrier (06/17/13).

**M4 (Tuent)**

formada per graves fines (80,5%) i gruiixades (19,5%).

La primera mostra tamisada de Cala Tuent està obtinguda entre els Perfils 4 i 5 (TU P4 i TU P5) sobre la 3<sup>a</sup> berma que s'apreciava el dia del mostreig. Està representada en un 10,2 % per graves fines, en un 56,4 % per arenes gruiixades, en un 31,7 % per arenes mitjanes i en un 1,7 % per arenes fines.

**M5 (Tuent)**

El mateix dia que l'anterior, es va agafar l'altra mostra a tamisar, també entre els Perfils 4 i 5 (TU P4 i TU P5), però aquesta entre les bermes 2 i 3, apreciables aquest dia de camp. Els percentatges són els següents: 99,8 % de graves fines i 0,2 % d'arenes gruiixades.

Dels resultats anteriors (Taula 1) es percep que, pel que fa a la mida dels sediments, aquests són majors en el cas de Cala Tuent i Sa Calobra envers al Coll Baix. Cal destacar però, que dintre del Coll Baix, on hi trobem els sediments més fins, també es troben còdols que superen els 40 mm de mitja. No obstant, els valors relatius a la forma presenten índex d'arrodoniment

més baixos que en els altres dos casos d'estudi, amb l'excepció de la mostra CB3.

Pel que fa a Cala Tuent, les mostres de sediments grolleres presenten les tres mides força importants, com també unes fraccions més grans pel que fa a les mostres tamisades.

No presenten tampoc índex d'arrodoniment força distint. En canvi, si difereixen pel que fa a l'índex Oblat-Prolat, sent la TU3 l'única de totes les mostres dels tres codolers que presenta un valor positiu en aquest paràmetre.

Finalment, a Sa Calobra, destaquem la gran diferència en la mida dels còdols a dues mostres que es trobaven molt prop una de l'altra (CA1 i CA2), però que a l'hora presenten índex d'arrodoniment de Wadell força semblants.

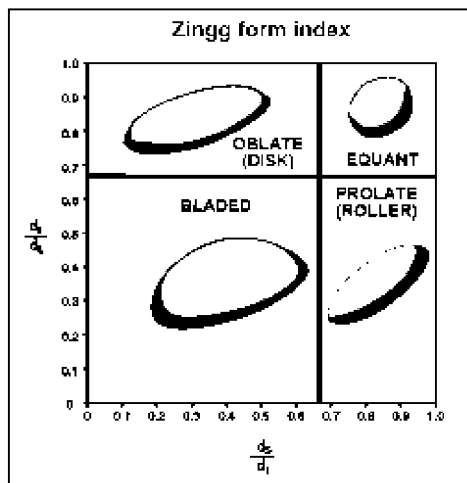
**Anàlisi de la forma**

L'anàlisi de la morfologia de les partícules mostrejades en derivarà en un diagrama de Zingg el qual, a través de la mesura dels eixos ortogonals dels còdols, servirà per a conèixer la seva forma, poden variar aquesta entre quatre tipus: discoïdal, esfèrica, laminar i cilíndrica (Fig. 12).

	Coll Baix			Cala Tuent			Sa Calobra		
	CB1	CB2	CB3	TU1	TU2	TU3	CA1	CA2	CA3
Mitjana (mm)	14,71	8,28	43,07	45,92	29,1	51,55	31,84	16,54	38,18
Mediana (mm)	14,14	8,19	41,47	42,03	27,41	49,52	30,69	16,51	36,49
Kurtosis	0,77	2,8	1,77	9,3	4,97	0,93	0,16	-0,53	1
Falta de simetria	0,78	0,43	1,05	2,56	1,79	1,04	0,72	0,09	0,1
Mida de gra (phi)	14,71	8,28	43,07	45,92	29,1	51,55	31,84	16,54	38,18
Arrodonimet Wadell	0,47	0,44	0,56	0,57	0,58	0,6	0,59	0,59	0,62
Proj. Màx Esfericitat	0,55	0,51	0,63	0,64	0,65	0,68	0,66	0,67	0,69
Índex Oblat-Prolat	-0,08	-0,03	-0,07	-0,12	-0,06	0,1	-0,08	-0,04	-0,1

**Taula 1.** Paràmetres estrets del càlcul dels tres eixos principals dels còdols de cada mostra.

**Table 1.** Parameters calculation result of the three main axes of pebbles each sample.



**Fig. 12.** Diagrama de Zingg mostrant la classificació de la forma de les partícules i la seva terminologia (Cheel, 2005).

**Fig. 12.** Zingg diagram showing the classification of particle shape and its terminology (Cheel, 2005).

**Coll baix:** Al Coll Baix, es veu un cert predomini en les formes discoïdals en les tres mostres analitzades (Fig. 13). En la CB1 (en el centre de la cala, gairebé adossada al penya-segat), es veu certa presència de formes laminars, i en menor representativitat les formes cilíndriques. Gairebé inapreciables, les esfèriques.

En la CB2, també en el centre de la platja, però més prop de la zona de batuda de l'onatge, juntament amb les discoïdals, les laminars són les úniques formes destacables.

En el cas de la mostra CB3 (en l'extrem més proper a Sa Mosquereta), és l'únic cas on hi trobem força presència de formes esfèriques. És la mostra més heterogènia pel que fa a la forma.

**Cala Tuent:** Cala Tuent, es diferencia força del cas anterior (Fig. 14). En aquest cas, les formes esfèriques són les més freqüents, sent les altres formes igual de representatives entre elles, en el cas de TU1

i TU2. L'única petita diferència entre les dues mostres (TU 1 i TU 2) és la menor presència de formes cilíndriques en la TU2. Fou analitzada entre els Perfils 4 i 5, a la part més allunyada de la línia de costa. Aquestes dues són gairebé idèntiques, però presenten mides mitjanes molt diverses.

Diferint força de les altres dues, trobem la mostra TU3, analitzada sobre la meitat del trajecte del Perfil 1, el més proper a l'extrem de Sa Font de Na Murtera. Aquesta presenta, igual que les demés, una forta presència de formes esfèriques, però que es veu superat per la gran representativitat de les formes discoïdals, sent les demés formes menys freqüents que a les altres dues mostres de Cala Tuent.

**Sa Calobra:** En el cas de Sa Calobra (Fig. 15), igual que en el Coll Baix (Fig. 13), la forma discoïdal és altra vegada la més freqüent (entorn al 50%) en les tres mostres analitzades. La mostra CA1 i CA2 (en el centre de la zona estudiada), es troben molt properes entre elles, però en canvi, pel que fa a les altres formes (a part de les mides), es diferencien força entre elles.

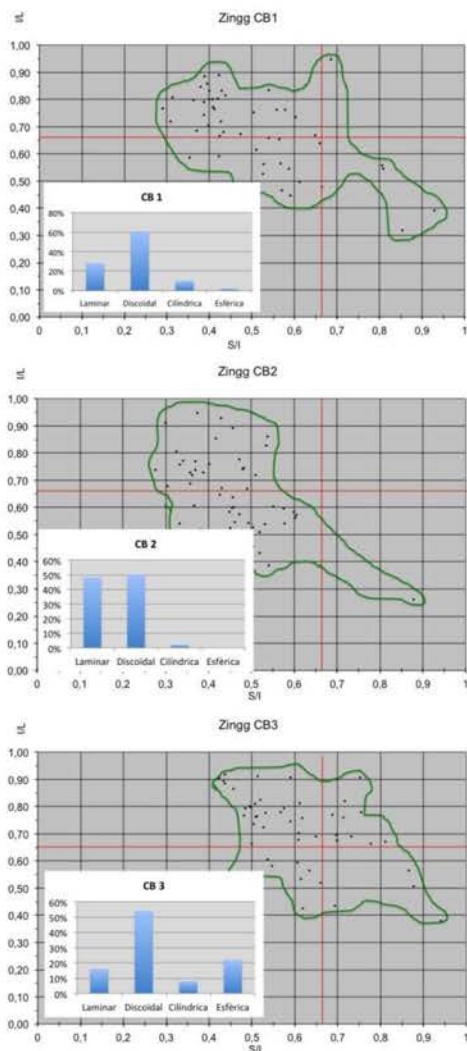
Així, es pot apreciar una major representativitat de la forma laminar a la CA1, mentre que a la mostra CA2, les cilíndriques i les esfèriques guanyen importància.

La mostra CA3, recollida al principi del Perfil 1, més proper a l'entrada a s'Olla de Sa Calobra, a part de la discoïdal, es pot trobar un important nombre de formes esfèriques.

## Discussió i conclusions

Fruit dels resultats, es poden extreure varies reflexions i conclusions generals i particulars sobre aquests tres ambients: Primer de tot, cal destacar la gran variabi-

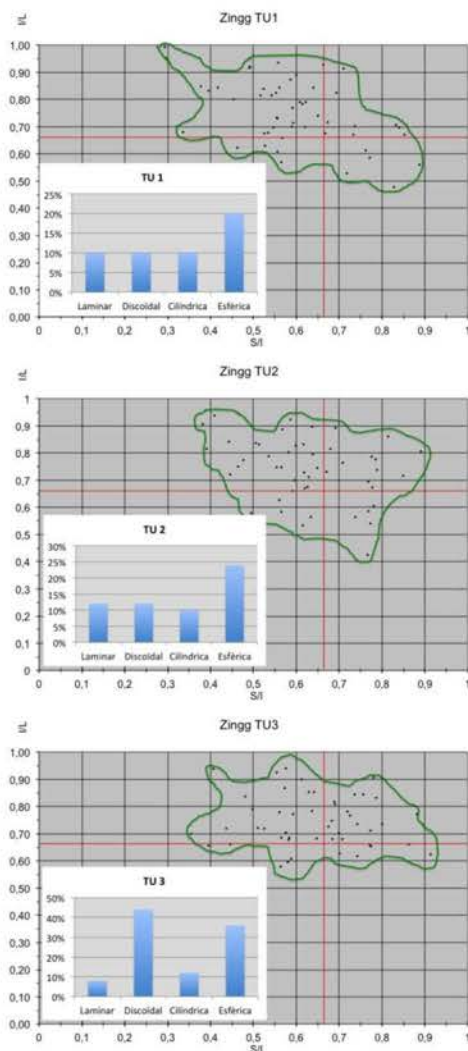




**Fig. 13.** Diagrames de Zingg de les tres mostres de còdols analitzades al Coll Baix.

*Fig. 13. Zingg diagrams of the three samples analyzed pebbles of the Coll Baix.*

litat d'aquests tres casos d'estudi, tant de l'estat marítim, com per les diverses textures que trobem en els sediments que conformen les platges, en un estadi concret. A això, se li suma el distint grau d'impacte dels diferents agents modeladors sobre la

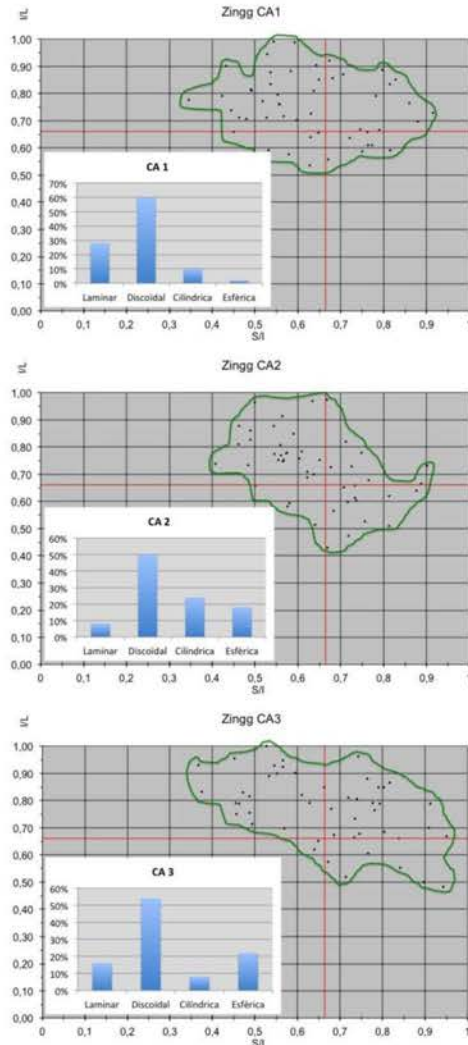


**Fig. 14.** Diagrames de Zingg de les tres mostres de còdols analitzades a Cala Tuent.

*Fig. 14. Zingg diagrams of the three samples analyzed pebbles of the Cala Tuent.*

geomorfologia existent i la seva durada en el temps o l'estacionalitat. Això, permet destacar certes morfologies típiques d'aquests ambients. Trobem així, formes dunars com són els *ripples* (en el cas del Coll Baix) fruit de l'afecte del vent, bernes

de temporal a les zones de *swash*, formacions en cúspide (*beach cusps*) en el cas del Coll Baix i Cala Tuent (més comú sobre grava influenciat per corrents de baixa energia); veure figura 16, com també



**Fig. 15.** Diagrames de Zingg de les tres mostres de còdols analitzades a Sa Calobra.

**Fig. 15.** Zingg diagrams of the three samples analyzed pebbles of the Sa Calobra.



**Fig. 16.** Es Coll Baix on es mostren les formes en cúspide (12/05/2013).

**Fig. 16.** Es Coll Baix showing the peak shapes (12.05.2013).

formes torrencials sobre la mateixa platja fruit del desembocadura de les aigües dels cursos d'aigua associats (en el cas de Cala Tuent i especialment a Sa Calobra).

En el cas de Sa Calobra, el curs d'aigua pot presentar formes de meandres en el seu tram final, en el mateix temps que va perdent energia, donant com a resultat un ampli ventall d'estadis possibles en la seva desembocadura. Les basses que hi trobem es comunicaran entre elles depenent de les irregulars entrades d'aigua tant pel torrent, com per infiltracions marines. Contràriament, l'estació seca divideix i individualitza els gorgs, amb la seva dessecació total en molts casos.

Com bé apunten Jennings i Shulmeister (2002), les platges de grava cobreixen un ampli ventall de morfologies i poden presentar una àmplia varietat de comportaments sedimentològics i tenir lloc en distintes condicions ambientals. Conseqüentment, no està del tot clar si les platges de grava poden ser adequadament classificades com a reflectives, especialment considerant el seu poc percentatge de reflexió de l'onatge, del 10%, calculat per Powell (1990) en una platja de grava.

Amb els casos de Cala Tuent i sobretot de Sa Calobra, destaca que enfront a les platges d'arena, les formes de la zona de *swash* són més permanents com més gran és el gra que compona la platja, ja que més permeable es torna aquesta. Com a resultat doncs, els índexs de percolació són majors, resultant amb una disminució dels corrents de retorn, dificultant així, el transport en sentit terra-mar (Oak, 1984).

Tot i conèixer, doncs, la resposta de la platja i la seva morfologia en relació als afectes de l'onatge i altres agents com són els cursos d'aigua associats, és més desconegut l'afecte invers. La falta de coneixement sobre l'afecte de les platges enfront a l'onatge és més bé escàs. Demostrem a través dels perfils realitzats, també, que a les platges de graves, els canvis en les morfologies i per tant el transport, es dona gairebé exclusivament, a la zona de *swash*.

S'ha permès apreciar que les formes més abruptes esdevenen on el sediment és més groller envers a les formes totalment suavitzades de les àrees amb sediment més fins. Comprovat a través dels perfils traçats, Zencovich (1967) ja destaca que com més gran és el sediment, més escalonada és la platja. L'arrodoniment també pateix certa gradació en el mateix sentit que la mida. Per tant, aquests dos paràmetres estan força relacionats. A major mida del sediment, major arrodoniment i més ens acostem a la màxima esfericitat. Això es demostra en el cas del Coll Baix i Cala Tuent, en sentit lateral, sent el cas de Sa Calobra l'excepció. En el cas de Sa Calobra, sols podem establir que els sediments més fins (codolins), els trobem més propers a la línia de costa, mentre que a mesura que ens allunyem, els còdols van augmentant les seves dimensions, com també el seu arrodoniment (diferenciació relativa al diferent grau de competència dels

mateixos). Per tant, a aquest cas, aquesta evolució es dona des de la línia de costa mar endins.

Per tant, pel que fa a les partícules, en els tres casos l'arrodoniment es força visible en totes les mostres analitzades. Tot i ser important l'abrasió que sofreixen els sediments a les platges de còdols, però sense apreciar-hi un gran nombre formes de trencament o ruptura de les partícules. Aquest aspecte sí es dona a mesura que s'augmenta la mida del sediment (Bluck, 1969). Dobkins i Folk (1970) també apunten que a les platges de còdols, tot i la important col·lisió entre uns còdols i altres, aquests no es veuen romputs.

El nivell de simetria de les mostres analitzades presenta valors positius en tots els casos pel que fa a còdols. No obstant, dintre de les mostres tamisades, mostren aspectes més simètrics. Això pot donar-se a causa d'una major retenció dels sediments més fins dintre de les mostres tamisades, enfront a una selecció més discriminatòria en les mostres de còdols. Això també es pot veure afectat, per la metodologia escollida, ja que en tot moment hem escollit les mostres de la superfície.

Com s'ha comentat anteriorment, un aspecte important, és la comparació entre els dos paràmetres més importants de les partícules: mida i forma. Segons Williams i Caldwell (1988), les formes laminars i discoïdals, són predominants als sediments més petits, mentre que les cilíndriques i les esfèriques, més freqüents en sediments de mides més grosses.

Pel que fa al Coll Baix, es constata la teoria d'aquests autors al veure que a les mostres CB 1 i CB 2 les formes predominants són les primeres, mentre que les segones són gairebé inexistents. Així, a la CB 3, augmentant la mida, tot i un predomini de les discoïdals, les esfèriques guanyen representativitat. A Cala Tuent, les

mostres que a gran trets presenten mides més grolleres, les formes esfèriques són les més representatives. En particular a Sa Calobra, les formes discoïdals segueixen sent les predominants, tot i un augment en la fracció de les formes esfèriques envers a les demés, sobretot a la mostra que si presenta mides més grans.

Els perfils també demostren que els esdeveniments tempestuosos impliquen un major retreballament dels sediments més grollers mar endins. Això deixa al descobert aquells sediments més fins, donant lloc a perfils més suavitzats, amb pendents gairebé sense canvis de gradient, molt visible en el cas del Coll Baix amb una zona de *swash* de grans magnituds. Aquest fet, fa que la platja es torni més dissipativa que en altres estadis. També s'ha demostrat, en el cas del Coll Baix, com bé apuntaven els mateixos Espinosa i Martínez (2007), que l'afecte de l'onatge pot afectar a la totalitat de la platja.

Així, es confirmen les conclusions extretes per part de Wright i Short (1984) qui destaquen que les platges més intermèdies (entre dissipatives i reflectives) són les més dinàmiques pel que fa a la resposta enfront a l'efecte de les ones, i per tot això, tendeixen a ser les més vulnerables en relació a l'erosió potencial en la zona de batuda de l'onatge.

Bluck (1967), amb la voluntat d'establir una classificació de les platges, identificà dos patrons molt distints pel que fa a comportaments sedimentaris depenent de la magnitud en l'energia de l'onatge. Ho divideix en alta i baixa energia. Orford (1975) testejà el model de Bluck i confirmà (com es pot comprovar en el cas del Coll Baix), que ambdós comportaments sedimentaris es poden donar en una mateixa platja.

Segons Bluck (1967) les formes discoïdals i les laminars són les més

freqüents a les platges de graves. Això queda més que demostrat en el cas del Coll Baix, sobretot en les zones amb sediments més fins. Les discoïdals també predominen en les mostres més fines de Cala Tuent.

Un altre aspecte a tenir en compte quan es treballa amb processos que afecten sobre la morfologia de la platja i la distribució del sediment depenent de la forma i la mida és la batimetria. En cap cas, el fons marí, i els canvis en el seu relleu, no sembla que juguin un paper important en l'afecte desigual de l'onatge sobre les platges.

La deriva litoral és un factor a tenir en compte, com a condicionant en la distribució del sediment, però que ni al Coll Baix ni a Sa Calobra podem establir que sigui incident. A més, en el cas de Cala Tuent, la deriva litoral esdevé en sentit contrari de la gradació en la mida del sediment. Aquest fenomen, pot respondre a l'existència de material més dur i de majors dimensions provinent del drenatge de les aigües que efectua el Torrent des Gorg des Diners. No obstant, semblen força retreballats per l'onatge que es presenta de forma important sobre la zona de batuda. Aquest fet, està constatat per un major predomini de formes discoïdals tot i la importància de les formes cilíndriques, que predominen també dintre de les altres mostres analitzades.

Totes aquestes conclusions ens permeten poder extreure les diverses evolucions que han patit aquests indrets. Sobretot és important remarcar quines són les fonts d'alimentació que han permès crear aquestes zones d'acumulació.

Així, la platja del Coll Baix està formada pels sediments que provenen del desmantellament del penya-segats que envolta tota la platja, on es troben en els dos extrems de la mateixa, l'acumulació de grans blocs. Tot i que en menor mesura, però no per això menys important, cal



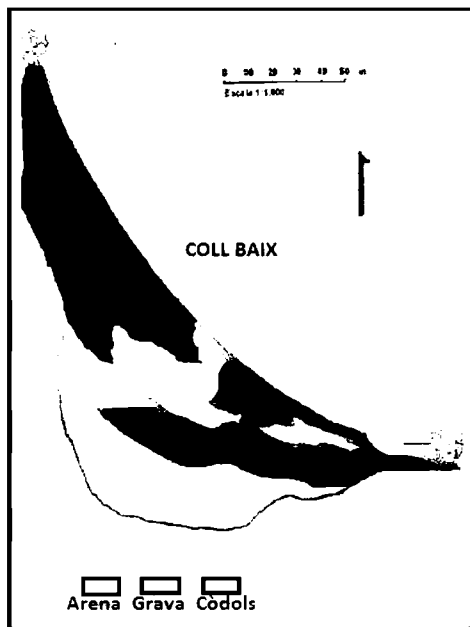
destacar el paper que juga el torrent penjat pel que fa a l'aport de sediment a la part meridional de la platja.

Aquests fragments provinents dels relleus escarpats dels voltants, són retreballats per les ones, i que sovint amb l'ajuda d'una certa deriva litoral, així com es guanya competència, el sediment va sent transportat en sentit SE. Sí bé els penya-segats es troben gairebé en tot el perímetre de la cala, la diferència de mida en la seva distribució, la relacionem amb els materials que conformen aquests relleus. Els materials que formen els penya-segats de la part més elevada de l'extrem de Sa Mosquereta, són més durs que la resta de materials, el que crea unes fraccions de majors dimensions que en els demés materials.

Per tant, els materials més durs, i en conseqüència de major mida, romanen prop de la font d'alimentació, mentre que els més fins pateixen un transport en direcció NO-SE.

El mapa presentat per Espinosa i Martínez (2007) sobre la zonació de la platja del Coll Baix en relació a la textura del sediment, demostra aquesta evolució que ha patit aquest indret (Fig. 17).

Paregut al cas del Coll Baix, és la platja de Cala Tuent, on a l'extrem més SO de la cala, s'aprecien acumulacions importants de blocs, fruit del desmantellament dels penya-segats confrontants. El torrent que aporta materials de relleus llunyans i molt diversos, és un dels principals agents distribuïdors d'aquests com també un important modelador del codolar en sí. En el cas de Sa Calobra, els sediments que trobem a la platja, poden provenir de varis quilòmetres enfora, com també de la mateixa zona de desembocadura (s'Olla). Aquesta àrea es veu afectada per fractures de profunditats i longituds destacables, amb relleus força escarpats, rectilinis, o bé amb



**Fig. 17.** Mapa de zonació del Coll Baix en relació a la mida dels sediments, segons Espinosa i Martínez (2007).

*Fig. 17. Zonation map of the Coll Baix in relation to the size of the sediments, as Espinosa and Martínez (2007).*

formacions de ventalls, més típics de vessants fluvio-torrencials.

Per tant, estudiant aquests tres ambients de codolars podem establir a grans trets, importants conclusions sobre el comportament d'aquests tipus d'ambient, permetent una anàlisi comparativa entre els tres i entre aquests sistemes amb els estrictament arenosos.

## Bibliografia

- AEMET, Agencia Estatal de Meteorología. [www.aemet.es](http://www.aemet.es)
- Barceló, R., Moreno, J. Ll. i Rosselló, F. 2000. Dinàmica de les variables físiques i químiques dels gorgs finals del Torrent de

- Pareis (NW de Mallorca, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 43: 121-129.
- Bluck, B.J. 1967. Sedimentation of beach gravels: examples from South Wales. *J. Sed. Petrol.*, 37: 128-156.
- Dobkins, J.E. i Folk, R.L. 1970. Shape development o Tahiti-Nui. *Journal of Sedimentary Petrology*, 40, 1167-1203.
- Enrique-Gispert, P. 1986. Nota sobre les roques hipabissals de la Serra de Tramuntana de Mallorca: algunes característiques petrogràfiques i geoquímiques. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 30: 19-50.
- Espinosa, M. i Martínez, J. M. 2007. Variación morfológica y textural de una playa de cantos adosada a un importante relieve estructural (es Coll Baix, Serra de Tramuntana, N Mallorca). In: Gómez-Pujol, L. i Fornós, J. J. (eds). Investigaciones recientes (2005-2007) en Gemorfología Litoral. UIB, IMEDEA, SHNB, SEG, 95-99.
- Gelabert, B. 1998. La isla de Mallorca dentro del contexto geológico del Mediterráneo Occidental. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 6(2): 102-114.
- Ginés, A. i Ginés, J. 1991. *III Jornades de camp de geografia física*. Dept. Ciències de la Terra, Universitat de les Illes Balears.
- Infraestructura de Dades Espacials de les Illes Balears (IDEIB). [www.ideib.es](http://www.ideib.es)
- Jennins, R. i Shulmeister, J. 2002. A field classification scheme for gravel beaches. *Marine Geology* 186, 211-229.
- Mir-Gual, M. 2009. Modificaciones del perfil de playas en las Islas Baleares (playas de Can Picafort y Es Comú de Muro). *Investigaciones Geográficas*, 50:191-207.
- Oak, H.L. 1984. The boulder beach: A fundamentally distinct sedimentary assemblage. *Annals of the Association of American Geographers*, 74: 71-82.
- Orford, J.D. 1975. Discrimination of particle zonation on a pebble beach. *Sedimentology*, 22, 441-463.
- Puertos del Estado. [www.puertos.es](http://www.puertos.es)
- Rodríguez-Perea, A., Servera, J. i Martín-Prieto, J.A. 2000. *Alternatives a la dependència de les platges de les Balears de la regeneració artificial continuada: Informe METADONA*. Col·lecció Pedagogia Ambiental, 10. Universitat de les Illes Balears. 110 pp.
- Roig-Munar, F.X., Martín-Prieto, J.A., Rodríguez-Perea, A., Pons, G.X. i Mir, M. 2013. Origen i dinàmica de la platja d'es Codolar (Eivissa, Illes Balears). *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 55: 47-62.
- Roig-Munar, F.X., Rodríguez-Perea, A., Martín-Prieto, J.A. i Pons, G.X. 2009. Soft management of beach-dune systems as a tool for their sustainability. *Journal of Coastal Research*, SI 56: 1284-1288.
- Servera, J. 2004. *Geomorfologia del Litoral de les Illes Balears*. Palma de Mallorca, Edicions Documenta Balear.
- Sneed, E.D. i Folk, R.L. 1958. Pebbles in the lower Colorado River, Texas: a study in particle morphogenesis. *Journal of Geology*, 66: 114-150.
- Wadell, H. 1932. Volume, shape and roundness of rock particles. *Journal of Geology*, 40: 443-451.
- Wadell, H. 1933. Sphericity and roundness of rock particles. *Journal of Geology*, 41: 310-331.
- Wadell, H. 1935. Volume, shape, and roundness of quartz particles. *Journal of Geology*, 43: 250-279.
- Wentworth, C.K. 1922a. A method of measuring and plotting the shapes of pebbles, *U. S. Geol. Surv. Bull.*, 730 (C): 91-102.
- Wentworth, C.K. 1922b. The shapes of beach pebbles. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 131C: 75-83.
- Williams, A.T., Caldwell, N.E. 1988. Particle size and shape in pebble-beach sedimentation. *Mar. Geol.*, 82, 199-215..
- Wright, L.D. i Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Mar. Geol.*, 56: 93-118.
- Zenkovich, V.P. 1967. *Processes of Coastal Development*. Steers, J.A. (edit.). Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 738 pp.
- Zingg, T. 1935. Beiträge zur Schotteranalyse. *Schweiz. Min. pet. Mitt.*, 15: 39-140.